

氏 名 大西 孝

授与した学位 博士

専攻分野の名称 工学

学位授与番号 博甲第4423号

学位授与の日付 平成23年 9月30日

学位授与の要件 自然科学研究科 産業創成工学専攻

(学位規則第5条第1項該当)

学位論文の題目 研削加工における高精度化および高能率化に関する研究

論文審査委員 教授 塚本真也 教授 岡田晃 教授 藤井正浩 准教授 大橋一仁

### 学位論文内容の要旨

本研究では、研削加工の高精度化、高能率化を目的として、円筒研削加工における加工精度の向上および、カーボンの乾式研削における加工能率の向上に関する研究を行った。本論文は、第Ⅰ編「円筒研削における工作物熱変形量のシミュレーション解析」と第Ⅱ編「カーボンの乾式研削における目づまり砥石のドレスレス切れ味回復法」から構成され、第Ⅰ編では、円筒研削の高精度化に関する研究の成果を、第Ⅱ編ではカーボンの乾式研削の高能率化に関する研究の成果をまとめた。以下に、各研究の概要を述べる。

第Ⅰ編では、円筒研削の加工プロセスにおける工作物熱変形に起因する工作物寸法精度の悪化を抑制するために、工作物熱変形量のシミュレーション解析技術の開発を行い、次に示す成果が得られた。

- (1) 工作物温度分布測定システムを開発し、インプロセス測定に成功した。同時に、工作物熱変形量のインプロセス測定を行い、加工プロセスにおける工作物の温度分布の変化と熱変形挙動を明らかにした。
- (2) 研削抵抗の実測値を入力とする工作物温度分布および工作物熱変形量のシミュレーション解析技術を開発し、解析結果を実測結果と比較したところ、良好な対応が得られた。よって、本研究で開発したシミュレーション解析は妥当なものであるといえる。
- (3) 比較的測定が容易な工作物表面温度と寸法生成量から、数値計算により工作物熱変形量のシミュレーション解析が可能な手法を考案し、解析結果を実測結果と比較することで、妥当性を検証した。
- (4) シミュレーション解析により、工作物熱変形量のシミュレーション解析が可能であることが複数の解析手法で確認されたことから、熱変形に起因する寸法誤差を大幅に抑制できる可能性が示された。

第Ⅱ編では、カーボンの乾式研削を対象に、加工能率の向上を目的として、砥石のドレスレス切れ味回復法を提案し、その効果を実験的に検討した。カーボンの乾式研削においては、砥石が短時間で目づまりし、ドレッシングを頻繁に行い、砥石の切れ刃を砥石表面に出現させる必要がある。しかしながら、ドレッシングは、鋭利な状態を保ったままカーボン切りくずに埋没した砥粒を切りくずとともに除去するため、砥石の損耗が激しく、加工能率の低下を招く。そこで、本研究では、鋭利な砥粒を残したまま、切りくずのみを粘着テープで除去する、ドレスレス切れ味回復法を提案し、以下の成果が得られた。

- (1) 粘着テープの押付け、はく離を繰り返すことによって、砥粒突出し量は漸次増大し、最終的にはほぼ砥石本来の突出し量が得られたことから、粘着テープによる目づまり切りくずの除去は可能である。
- (2) 粘着テープの押付け力を大きくするほど、また砥石表面に貼り付けた粘着テープのはく離速度を大きくするほど目づまり切りくずの除去能力は高まり、少ない処理回数で切れ味の回復が可能である。
- (3) 粘着テープを用いたドレスレス切れ味回復法により、カーボンの研削で目づまりにより寿命に達した砥石の切れ味が回復することを研削実験により確認した。
- (4) 粘着テープにより切りくず除去処理を施した砥石による硬質カーボンの研削では、目づまり砥石の場合に比べて研削量、研削所要電流ならびに表面粗さがかなり大きくなることから、提案法による目づまり砥石の切れ味の回復が確認できた。

以上の研究により、研削加工の高精度化、高能率化に寄与する成果が得られた。

## 論文審査結果の要旨

研削加工は、精密機械加工に欠かせないものとなっており、近年では高精度化、高能率化が強く要求されている。本論文では、これらの要求に応じるため、第Ⅰ編では円筒研削を対象として高精度化に関する研究を、第Ⅱ編においてカーボンの乾式研削を対象として加工能率の向上に関する研究が実施され、その成果がまとめられた。

第Ⅰ編では、円筒研削において研削熱による工作物熱変形に起因する寸法精度の悪化を抑制するために、インプロセス測定により工作物熱変形挙動の解明を図るとともに、工作物温度分布と熱変形量のシミュレーション解析が行われた。その結果、インプロセス測定により加工中の工作物の熱変形挙動を把握することができた。

また、研削抵抗の実測結果から工作物温度分布および熱変形量のシミュレーション解析が行われた。解析結果は実測結果と良好な対応が得られ、シミュレーション解析は妥当であることが確認された。さらに、研削抵抗より容易に測定可能な工作物表面温度と寸法生成量から、工作物熱変形量を算出するシミュレーション解析手法が提案され、解析結果が実測結果とよく一致したことから、本提案法の妥当性が検証された。このように、複数の方法により、工作物熱変形量のシミュレーション解析が可能であることが立証され、工作物の熱変形に起因する寸法精度の悪化が抑制できる可能性が示され、研削加工の高精度化に資する成果が得られた。

第Ⅱ編では、硬質カーボンの乾式研削を対象に、粘着テープにより目詰まり切りくずを除去する、ドレスレス切れ味回復法を提案し、その効果を実験的に確認した。まず、ドレスレス切れ味回復法の基礎的な効果が、主に砥石の観察により確認され、切りくず除去処理を繰り返すにつれて、粘着テープにより切りくずが除去され、砥粒の突出し量が回復することが確認された。続いて、提案法で切りくず除去処理を行った砥石により研削実験を行い、切れ味回復効果を確認した。その結果、切りくず除去処理を行った砥石で研削した場合、研削所要電流と工作物の研削量が目詰まり砥石と比較して大きくなることから、提案法により砥石の切れ味を十分に回復できることが確認できた。この結果、研削加工の高能率化を実現できる成果が得られた。

以上の成果により、本論文においては、所期の目的である研削加工の高精度化、高能率化に大いに寄与できる知見を得ることができたと判断されるため、本審査委員会は本論文が博士（工学）の学位論文に値すると判断した。